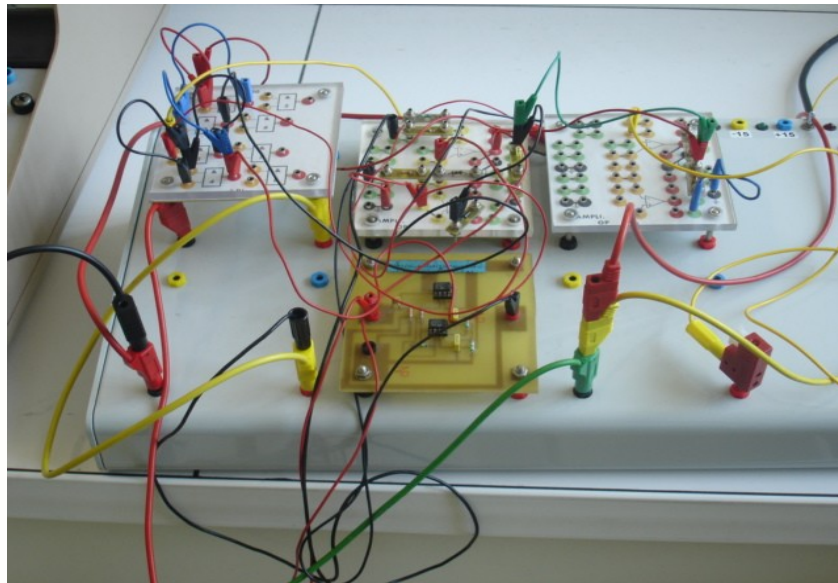


Projet de Physique P6-3
STPI/P6-3/2010 – 23

TELEMETRE A ULTRASONS



Étudiants :

Charlotte LAMETH

Lucas MARTIN

Amélie MOURNEAU

Idriss NEDJAR

Kathya RAMIREZ

Shuang QUAN

Enseignant-responsable du projet :

François GUILLOTIN

Date de remise du rapport : **18/06/2010**

Référence du projet : **STPI/P6-3/2010 – 23**

Intitulé du projet : **Télémètre à ultrasons**

Type de projet : **expérimental**

Objectifs du projet :

Le but de notre projet est de construire un télémètre à ultrasons. Pour ce faire, on fait appel à une des principales propriétés des ultrasons : leur vitesse de déplacement dans l'air est de 340 m/s . Notre objectif est de mesurer une distance de 0,5 mètres au minimum .

TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction.....	7
2. Méthodologie / Organisation du travail.....	7
3. Principe du travail.....	8
4. Travail réalisé et résultats.....	8
4.1. Montage général	8
4.2. Émission de l'onde.....	9
4.2.1. Généralités.....	9
4.2.2. Schéma final.....	10
4.3. Réception de l'onde.....	10
4.3.1 Généralités.....	10
4.3.2 Détection enveloppe.....	11
4.3.3 Signal carré.....	12
4.3.4 Décalage.....	12
4.4. Affichage des résultats.....	14
5. Conclusions et perspectives.....	15
5.1. Conclusion générale.....	15
5.2. Conclusion personnelle	15
6. Bibliographie.....	16
7. Annexes	17
7.1. Documentation technique.....	17
7.2. Listings des programmes réalisés.....	17
7.3. Schémas de montages, plans de conception... ..	17
7.4. Propositions de sujets de projets (en lien ou pas avec le projet réalisé).....	17

NOTATIONS, ACRONYMES

AOP : amplificateur opérationnel

1. INTRODUCTION

Mesurer une distance sans contact est un domaine d'application vaste. De nos jours, il existe beaucoup de techniques qui permettent cela. Dans ce projet, nous allons nous intéresser à une application simple qui se sert du temps de propagation d'une onde ultrasonore, nous allons donc fabriquer un télémètre à ultrason. Le principe de cet appareil est inspiré de la chauve-souris. En effet, nous allons envoyer des salves d'ultrasons vers un objet réfléchissant qui nous renverra ces ondes. Il s'agira alors de récupérer le signal et de mesurer le temps qu'a mis l'écho pour revenir au télémètre. La distance cherchée pourra donc être déduite puisqu'elle est proportionnelle à la vitesse de ces ondes dans l'air.

Ce système a un avantage certain qui est l'absence d'objet de référence pour réaliser la mesure. Cela permet également de mesurer rapidement une distance difficile d'accès.

L'objectif de ce projet est la réalisation d'un télémètre à ultrasons. Notre travail consiste donc à créer un montage pouvant réaliser une série de mesure distances et afficher le résultat obtenu. Pour cela nous avons créé un circuit électrique composé des parties suivantes:

- L'émission qui génère, amplifie et émet l'onde.
- La réception qui reçoit, filtre, amplifie et traite le signal.
- L'affichage qui affiche les résultats obtenus.

2. MÉTHODOLOGIE / ORGANISATION DU TRAVAIL

Pour construire ce télémètre, nous avons donc réalisé successivement les différentes parties constituant l'objet : l'émission, la réception, le traitement du signal et enfin l'affichage (expliqués auparavant).



Nous nous sommes répartis les tâches entre nous 6 afin d'optimiser au mieux notre temps mais nous étions en permanence en relation afin de ne pas perdre de vue le travail effectué dans son ensemble.

Comme nous l'avons dit précédemment, le principe du télémètre à ultrason est de mesurer une distance grâce aux propriétés de propagation des ultrasons. En effet le télémètre envoie des bouffées d'ondes vers un objet réfléchissant, l'appareil devra donc capter l'écho de ces ondes et mesurer le temps qu'a mis l'onde pour faire l'aller-retour; la distance pourra être déduite de ce temps par un rapport simple puisque l'on connaît sa vitesse de propagation dans l'air.

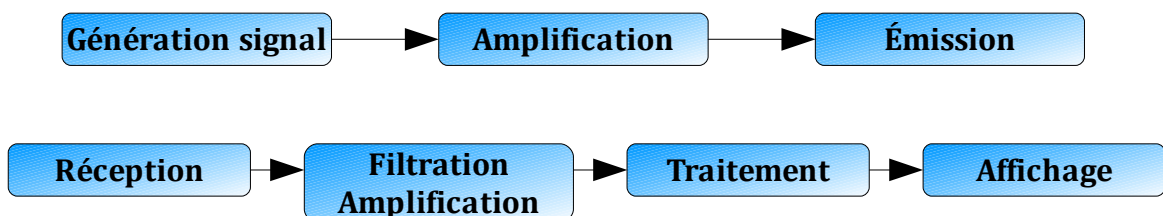
3. PRINCIPE DU TRAVAIL

Pour faire cela un certain nombre d'étapes ont été nécessaire à la réception pour mesurer le décalage réel entre les deux signaux. En effet le signal reçu se présente sous forme de bouffées d'onde (Annexe) or ce signal ne permet pas de faire une mesure précise du retard. La première étape est donc de détecter l'enveloppe de ces bouffées, nous obtenons une courbe(Annexe). Cependant nous ne pouvons pas mesurer précisément le décalage entre ce signal et le signal émis. Pour cela nous convertissons cette enveloppe en un signal carré, l'impulsion étant donnée par l'enveloppe(voir Annexe). Finalement les signaux émis et reçus sont de forme carré il est donc plus simple d'en mesurer le décalage.

4. TRAVAIL RÉALISÉ ET RÉSULTATS

4.1. Montage général

Pour réaliser ce télémètre, nous avons séparé le montage en différents modules comme ci-dessous. Ainsi notre télémètre génère un signal carré de 40KHz de fréquence. Ce signal est ensuite envoyé grâce à un émetteur. Cette onde est récupérée par un récepteur qui envoie le signal correspondant dans un montage. Celui-ci analyse le signal, mesure le décalage temporel entre les deux signaux (émis et reçu), calcule la distance correspondante et affiche le résultat. Nous verrons plus en détail chacune des parties dans la suite de notre rapport.



4.2. Émission de l'onde

4.2.1. Généralités

Pour réaliser un télémètre, il est d'abord essentiel d'envoyer une onde qui pourra par la suite être reçue par un récepteur et être analysée. Pour cela nous avons créé un module qui crée un signal carré de 40 KHz et qui par la suite l'envoie via un émetteur. L'utilisation d'ultrasons à une fréquence de 40 KHz n'est pas due au hasard. Durant notre parcours scolaire, nous avons déjà eu à utiliser des ultrasons et on a vu que c'est à cette fréquence qu'ils sont optimales. Le but de cette fonction était donc de produire un signal carré d'une fréquence de 40 KHz.

Pour générer ce signal, nous envoyons dans une porte nand, d'une part, un signal carré de 40kHz et d'autre part, un signal logique sinusoïdal de 1Hz (figure1). Il nous faut ensuite envoyer ce signal par bouffées d'une dizaine d'impulsions. Pour cela nous utilisons un monostable 4538. Selon la formule donnée par le constructeur, $T=RC$, et sachant qu'il nous faut 10 impulsions par bouffée, on utilisera une résistance de 2,5 Ω et un condensateur de 10 nF. Cela permet, en sortie des portes d'avoir une suite d'impulsions suffisamment espacées pour qu'on puisse voir à la réception des bouffées d'ondes distinctes (figure 2).

Lors de l'émission, l'onde envoyée via l'émetteur doit nécessairement avoir une amplitude comprise entre -15 et +15V. Or le signal sortant des portes nand est un signal compris entre 0et 5 V. Nous avons donc utilisé un amplificateur opérationnel non-inverseur pour amplifier le signal.

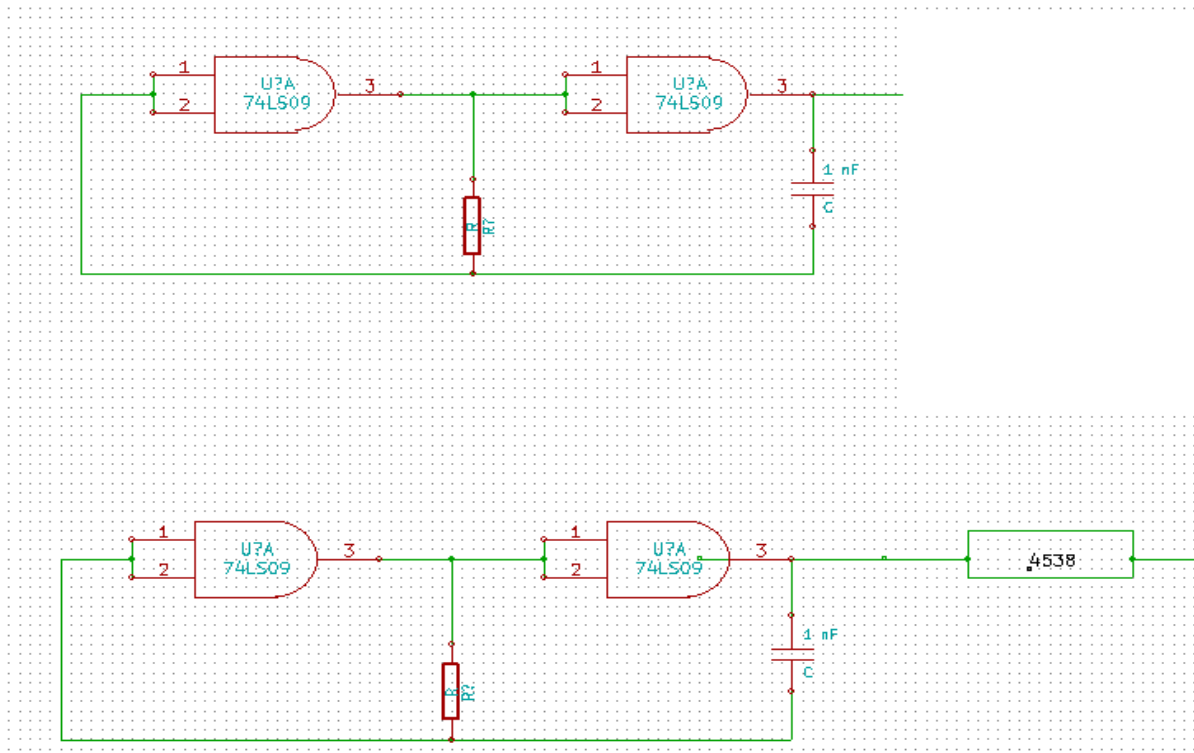


figure 1 : Montage d'émission du 40Hz et 1 Hz

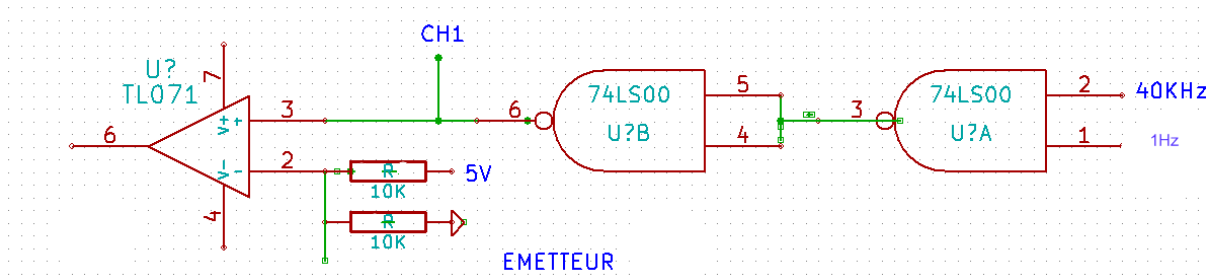


figure 2 : Emission des bouffées d'onde

Une fois le signal amplifié, nous utilisons les émetteurs ultrasons de l'INSA pour délivrer en sortie une onde ultrason de même fréquence que le signal périodique reçu (40kHz).

4.3. Réception de l'onde

4.3.1 Généralités

La réception de l'onde ultrasons se fait grâce à un récepteur classique tel que ceux utilisés en TP. Ceux-ci reçoivent en entrée l'onde qui auparavant s'était répercutée sur l'écran et la transforme en un signal électrique. Le signal reçu se présente sous forme de bouffées mais il possède un certain nombre de parasites. Il est donc nécessaire de le filtrer et de l'amplifier ce signal. Le filtre correspond à la figure 3.

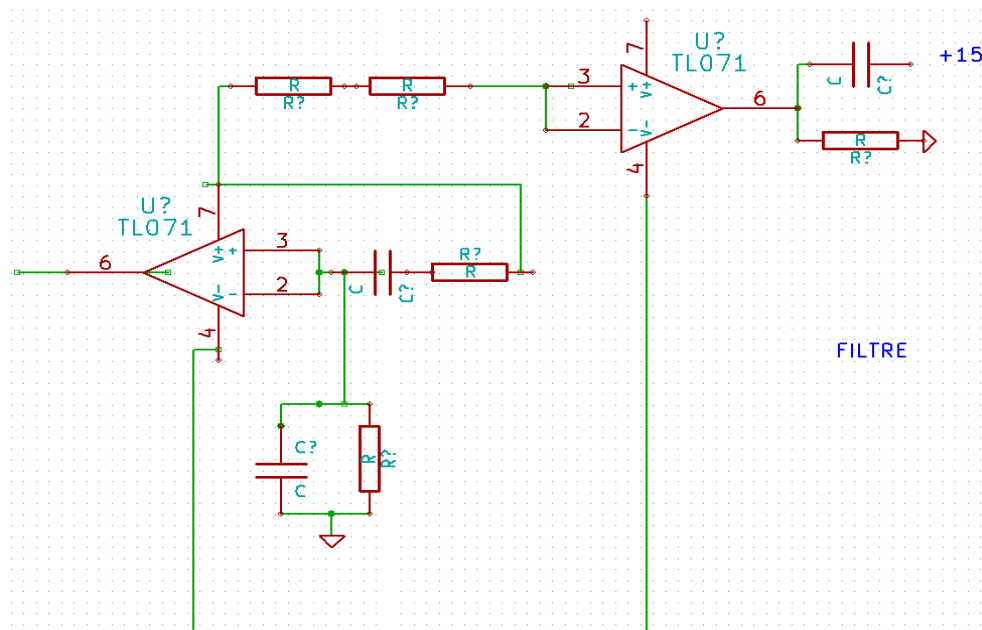


figure 3 : Montage du filtre

L'amplification se fait comme dans la partie émission, c'est-à-dire à l'aide d'un amplificateur opérationnel en montage non inverseur. Pour filtrer les parasites, nous utilisons un filtre interférences. Celui-ci se branche après le récepteur et bloque les signaux non désirés. Le montage de celui-ci est représenté ci-dessous:

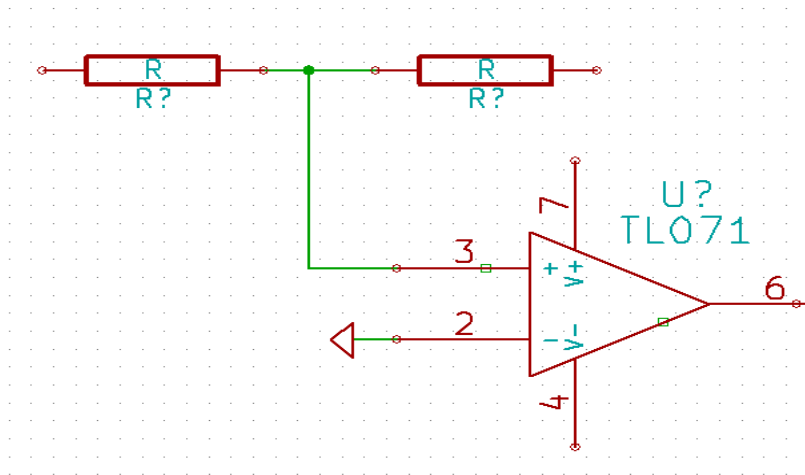


figure 4 : Montage de l'amplification

4.3.2 Détection enveloppe

Après avoir filtré l'onde reçue, nous obtenons des bouffées d'onde. Mais celles-ci ne sont pas comparables au signal logique envoyé, il est donc nécessaire de détecter l'enveloppe. L'enveloppe est la partie supérieure de la tension en amplitude. Le résultat obtenu(Annexe) est une courbe de la forme de l'enveloppe. Pour détecter cette enveloppe, on utilise une diode et un filtre passe-bas(figure 5). Le principe d'une diode est de faire passer le courant que dans un seul sens. Cette diode permet d'éliminer la partie négative et le filtre passe bas d'éliminer les petites variations de tension.

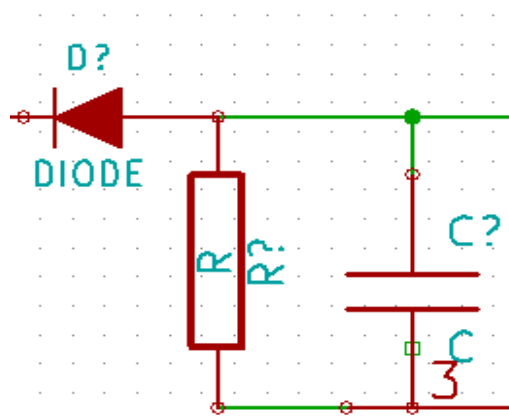


figure 5 : Montage de la détection de l'enveloppe

4.3.3 Signal carré

Pour comparer le signal reçu et émis, on doit rétablir la détection de l'enveloppe en signal carré, pour cela on utilise un amplificateur opérationnel (AOP) monté en comparateur. Le principe de cet AOP est de comparer une tension d'entrée à une tension de référence. Si la tension d'entrée est supérieure à la tension de référence alors celle-ci prendra la valeur "positive" (V_{sat+}) sinon ce sera la valeur "négative" (V_{sat-}). Ici la valeur moyenne est la valeur de référence car celle-ci est proportionnelle au rapport cyclique : $U_{MOY} = \alpha U$ avec $\alpha = \tau / T$ le rapport cyclique, U la tension et U_{MOY} la tension moyenne .

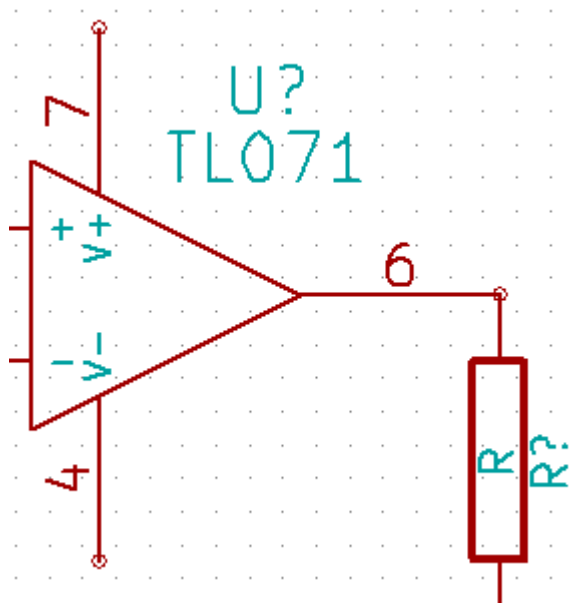


figure 6 : Montage du comparateur

4.3.4 Décalage

La mesure du décalage se fait grâce à deux portes nand montées en cascade comme le montre le schéma ci-dessous:

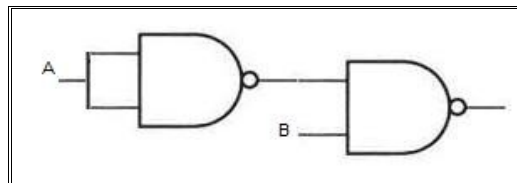


figure 7 : portes nand

Or le signal carré reçu ne peut pas être envoyé dans les portes nand qui nécessitent un signal entre 0 et 5 V pour se faire nous utilisons une diode qui régule le signal. Le principe des portes nand ou NON-ET et de transmettre un signal que dans certaines conditions comme le montre le tableau ci-dessous.

Fonctionnement portes nand:

Signal reçu patte 1	Signal reçu patte 2	Signal en sortie
0	0	1
0	1	1
1	0	1
1	1	0

figure 8 : *fonctionnement portes nand*

remarque : Avec 1 lorsque la porte reçoit un signal et 0 quand elle ne reçoit rien

La première porte reçoit donc le signal carré en sortie de notre montage récepteur (A sur la figure). La deuxième porte reçoit le signal émis (B sur la figure) ainsi par ce montage et grâce au système de fonctionnement des portes NON-ET nous obtenons le signal de décalage comme vous pouvez le voir ci-dessous :

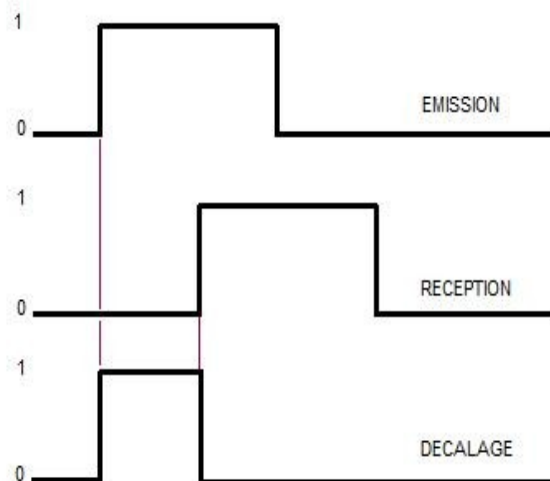


figure 9 : Courbe représentant signaux obtenus en fonction du temps

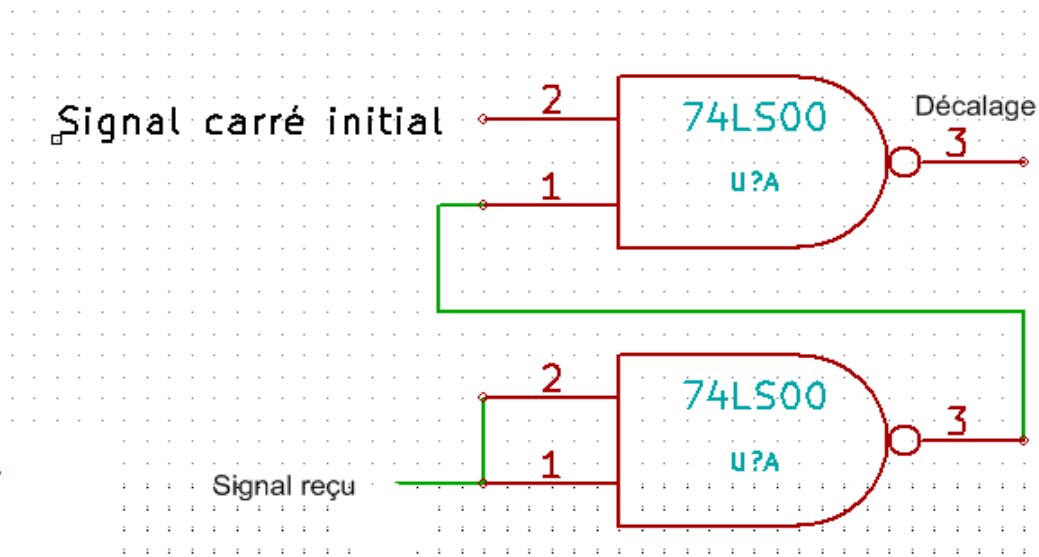


figure 10 : Montage comparant le signal émis et le signal reçu

4.4. Affichage des résultats

Nous n'avons pas eu le temps de réaliser cette partie de notre projet durant le temps imparti nous avons néanmoins réfléchi à la manière d'afficher la distance mesurée par notre télémètre. Notre appareil mesurait le décalage temporel entre l'onde émise et l'onde envoyée. La mesure que nous obtenions correspondait donc au temps qu'avait mis l'onde pour parcourir l'aller-retour émetteur-écran écran-récepteur. Or nous savons que la vitesse de parcours d'une onde est égale à la distance parcourue divisée par le temps correspondant. De plus nous savons que la vitesse des ultrasons dans l'air est de 340 m/s; la distance recherchée est donc proportionnelle à notre décalage mesuré:

$$2 \times \text{distance (m)} = \text{vitesse (m/s)} \times \text{temps (s)}$$

Nous avons donc choisi d'afficher la distance d'aller-retour simplement grâce à un voltmètre. Ce choix semblait le plus judicieux au regard du temps que nous avions; de ce fait pour la conversion. Pour l'affichage de la distance il suffisait de convertir le signal de décalage en une distance grâce à une horloge.

5. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

5.1. Conclusion générale

Ce projet nous a permis d'apprendre à chercher, c'est-à-dire que lorsque nous sommes arrivés le premier jour, on nous a dit le but de ce projet est de construire un télémètre à ultrason, c'est un vaste sujet et en même temps très précis. Il a donc fallu se répartir le travail, tout d'abord, trouver les informations, ensuite, le moyen le plus facile mais néanmoins efficace de les appliquer. Après, il a fallu faire face au problème d'ordre logique, pratique ou encore électronique. Tout cela nous a permis de travailler en équipe et d'apprendre à être autonome, à gérer notre temps ...

Nous sommes satisfait de notre projet car nous avons pu le mener principalement à termes et qu'il fonctionne. C'est donc une réussite.

En ce qui concerne un projet futur, nous considérons qu'il serait intéressant de réaliser le circuit imprimé afin de rendre le télémètre indépendant. Il serait aussi envisageable de construire un télémètre à onde radio ,tels que le radar de contrôle routier.

5.2. Conclusion personnelle

Amélie : Ce projet a été pour moi très enrichissant d'une part parce qu'il m'a permis de mieux comprendre le fonctionnement de l'électronique en général grâce à un exemple concret, ici le télémètre à ultrasons. En effet contrairement aux TP vus en classe nous avons ici chercher à résoudre des problèmes concrets donc nous voyons immédiatement les conséquences sur le fonctionnement de notre appareil.

Lucas : Ce projet nous a permis de travailler en équipe et de nous organiser pour mener à bien la conception de ce télémètre à ultrasons. Malgré les petits problèmes techniques (non fonctionnement de certains composants ou problèmes de montage) et du fait que la réception et l'émission du signal aient étaient effectuer séparément, nous avons réussi à boucler ce projet dans les temps pour ensuite se concentrer sur notre compte rendu.

Je suis donc très satisfait de notre travail que ce soit d'un point de vue pédagogique que technique.

Idriss: Cette UV, m'a appris à diviser un problème complexe en sous-problèmes. De plus, nous avons assimilé comment travailler en groupe. Enfin cette UV, nous aura permis d'appliquer la théorie enseignée à l'INSA. Pour résumer, nous avons acquis une démarche de travail, nous savons maintenant comment à partir d'un projet complexe sur papier aboutir à nos objectifs et travailler en groupe.

Charlotte : J'ai réellement apprécié ce projet car il m'a enfin permis de comprendre comment marcher les circuits. En effet, avant dans les TPs, je suivais bêtement les consignes sans vraiment comprendre le but de la manipulation. Alors que dans ce projet, j'ai été obligé de chercher, de comprendre pourquoi pour avancer dans mes recherches.

Kathya : A mon avis, ce projet permet de chercher par soi même et pas juste demander au professeur. En effet, si le montage ne marchait pas, c'était à nous de chercher le problème et essayer de le résoudre . Ceci permet de bien comprendre le montage et les rôles de chaque composant , ce qui m' a apporté des connaissances en électronique . De plus,cette UV nous a permis de savoir travailler en équipe si la situation le requérait ou de nous diviser le travail si nécessaire .

Shuang: Au travers de ce projet, j'ai pu apprendre les méthodes de montage électronique et mieux communiquer avec mes collègues. De plus, j'en ai profiter pour améliorer mes aptitudes expérimentales et mon français.

6. BIBLIOGRAPHIE

Sites internet

- <http://fr.wikipedia.org> (valide à la date du 18/06/2010)
- <http://moodle.insa-rouen.fr> (valide à la date du 18/06/2010)
- www.datasheet.com (valide à la date du 18/06/2010)
- http://l.lefevre.free.fr/tele/tele_01.html (valide à la date du 18/06/2010)
- http://www.iutenligne.net/ressources/etudes_realisations/Montagny/telemetre/index.html (valide à la date du 18/06/2010)
- http://soj.mesdiscussions.net/soj/Electronique/Montage/telemetre-ultra-sujet_4640_1.htm (valide à la date du 18/06/2010)

7. ANNEXES

7.1. Documentation technique

7.1.1. *Résultat après filtration*

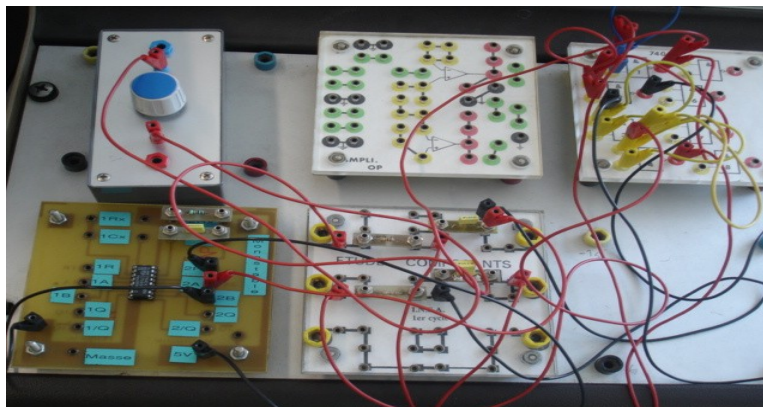
7.1.2. *Résultat après détection de l'enveloppe*

7.1.3. *Résultat après transformation en signal carré*

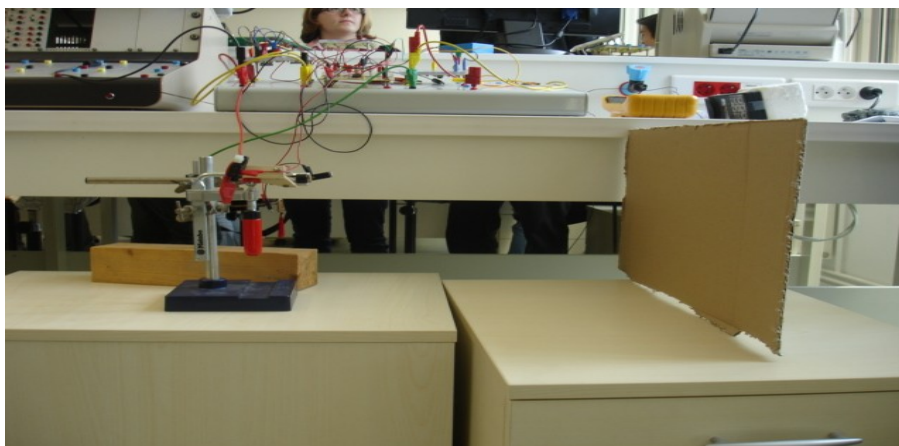
7.2. Listings des programmes réalisés

7.3. Schémas de montages, plans de conception...

7.3.1. *Photo Montage émetteur*



7.3.2. *Photo Montage Emetteur Récepteur*



7.4. Propositions de sujets de projets (en lien ou pas avec le projet réalisé)